

**NIVELES DE UREA EN ENSILAJES DE PASTO *PENNISETUM CUBA OM 22*:  
COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA, PH, TEMPERATURA, CINETICA DE  
DEGRADACIÓN RUMINAL Y DIGESTIBILIDAD IN VITRO**

**DIEGO ALEJANDRO JARAMILLO OSPINA**

**Trabajo de grado como requisito parcial para optar al título de  
Médico Veterinario y Zootecnista**

**Director**

**ROMÁN CASTAÑEDA**

**PhD. En zootecnia**

**Codirector**

**JAIRO ANDRÉS PARDO**

**Médico Veterinario y Zootecnista**

**UNIVERSIDAD DEL TOLIMA**

**FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECHNIA**

**MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECHNIA**

**IBAGUE – TOLIMA**

**2018**

	<b>UNIVERSIDAD DEL TOLIMA FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA</b>	ACTA No. 004
	<b>ACTA SUSTENTACIÓN TRABAJO DE GRADO</b>	Fecha: 15 de Febrero de 2018
		Página 1 de 1

### TRABAJO DE GRADO DIRIGIDO

Siendo las 6:30 pm. del jueves 15 de febrero de 2018, se reunieron en la Sala de postgrados de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad del Tolima, el jurado calificador integrado por los doctores ROBERTO PIÑEROS VARON y JOSÉ ALEXANDER CORREA DÍAZ, con el Director Dr. ROMÁN DAVID CASTAÑEDA SERRANO y el Co-director JAIRO ANDRES PARDO GUZMAN, para dar su concepto sobre el Trabajo de Grado Titulado: **"NIVELES DE UREA EN ENSILAJES DE PASTO PENNISETUM CUBA OM 22 COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA, PH, TEMPERATURA, CINETICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL Y DIGESTIBILIDAD IN VITRO"**, presentado y sustentado por el estudiante del programa de Medicina Veterinaria y Zootecnia, DIEGO ALEJANDRO JARAMILLO OSPINA. Luego de las correcciones y deliberaciones, el jurado asignó la calificación de:

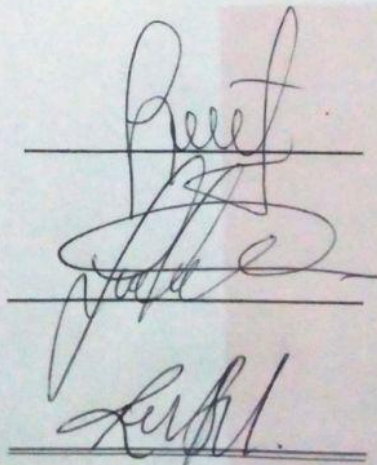
CUATRO PUNTO DOS (4.2) SOBRESALIENTE.

En constancia de lo anterior, firman:

**ROBERTO PIÑEROS VARON**  
JURADO

**JOSÉ ALEXANDER CORREA DÍAZ**  
JURADO

**ROMÁN DAVID CASTAÑEDA SERRANO**  
DIRECTOR



A mi familia que con su mayor esfuerzo me han acompañado y me han ayudado en todas mis metas que me he propuesto.

## AGRADECIMIENTOS

A **Jairo Andrés pardo** que ha sido mi guía incondicional en la realización de este proyecto.

Al ***Doctor Román Castañeda*** por el apoyo y orientación durante todo el transcurso de la tesis.

Al ***laboratorio de ecofisiología animal de la universidad del Tolima*** que me ha colaborado en el transcurso de la investigación.

A la **Hacienda la Gaviota, perteneciente a la empresa Ganados y Forrajes S.A.** Por habernos prestado la finca para la realización de este proyecto.

## CONTENIDO

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>1. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>11</b>
1.1 FORRAJE.....	11
1.1.1 Cuba 22 ( <i>Pennisetum Cuba OM-22</i> ).....	11
1.2 UREA .....	13
1.2.1 Nitrógeno no proteico (urea) en los ensilajes .....	14
1.3 ENSILAJES .....	14
1.4 DIGESTIBILIDAD .....	16
1.4.1 Parámetros que afecta la digestibilidad de un forraje.....	16
1.5 MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE DIGESTIBILIDAD .....	17
1.5.1 Digestibilidad in vivo .....	17
1.5.2 Digestibilidad in situ.....	17
1.5.3 Digestibilidad in vitro .....	18
1.6 FRACCIONAMIENTO DE PROTEÍNA.....	18
1.6.1 Categorización de la proteína .....	19
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>21</b>
2.1 OBJETIVO GENERAL .....	21
2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS .....	21
<b>3. METODOLOGIA .....</b>	<b>22</b>
3.1 UBICACIÓN .....	22
3.2 VARIABLES EVALUADAS .....	23
3.2.1 pH y temperatura.....	23
3.2.2 Calidad nutricional.....	23
3.2.3 Digestibilidad in vitro y cinética de degradación de la materia seca.....	23
3.2.4 Fraccionamiento proteico ácido respectivamente. ....	25

<b>4. ANALISIS ESTADISTICO .....</b>	<b>26</b>
<b>5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>27</b>
<b>5.1 PH Y TEMPERATURA.....</b>	<b>27</b>
<b>5.2 COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA.....</b>	<b>29</b>
<b>5.3 DEGRADACIÓN RUMINAL .....</b>	<b>33</b>
<b>5.4 DIGESTIBILIDAD <i>IN VITRO</i> .....</b>	<b>38</b>
<b>6. CONCLUSIÓN.....</b>	<b>39</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>40</b>

## LISTA DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Rendimiento de hojas (MS.T/Ha)	<b>10</b>
<b>Tabla 2.</b> Contenido de proteína cruda (%) de tres variedades de <i>pennisetum purpureum</i> fertilizadas con dos fuentes nitrogenadas y sin fertilizar.	<b>13</b>
<b>Tabla 3.</b> Diferentes inclusiones de urea y tratamientos planteados para el ensilaje del <i>Pennisetum cuba OM cuba 22</i> .	<b>20</b>
<b>Tabla 4.</b> PH y Temperatura del ensilaje <i>Pennisetum cuba OM 22</i> bajo diferentes inclusiones de urea y en dos tiempos de apertura.	<b>26</b>
<b>Tabla 5.</b> Composición bromatológica del pasto <i>Pennisetum cuba OM 22</i> bajo diferentes inclusiones de urea y en dos tiempos de apertura.	<b>27</b>
<b>Tabla 6.</b> Estimativa de los parámetros de degradación ruminal de ensilaje de <i>Pennisetum cuba OM 22</i> con diferentes niveles de inclusión de urea y dos tiempos de apertura.	<b>30</b>
<b>Tabla 7.</b> Degradación de la materia seca en diferentes horarios de incubación in vitro y digestibilidad del ensilaje <i>Pennisetum cuba OM 22</i> bajo diferentes inclusiones de urea y en dos tiempos de apertura.	<b>34</b>

## RESUMEN

La realización de ensilajes como conservación de alimento en época seca es de vital importancia ya que ha contribuido de manera significativa en el mejoramiento de los parámetros productivos, siendo necesario evaluar las características del alimento a ensilar y la forma de mejorar la fermentación y la calidad nutricional del mismo. El Pasto Cuba 22 (*Pennisetum Cuba OM22*) en zonas de trópico seco se ha convertido en una alternativa importante, debido a su adaptación, producción de biomasa y calidad nutricional. El objetivo de la investigación fue determinar el valor nutricional de ensilaje *Pennisetum Cuba OM22*, bajo diferentes niveles de inclusión de urea. El experimento se realizó en la Hacienda La Gaviota, municipio de Mariquita, Tolima- Colombia. El forraje fue cortado y ensilado con diferentes inclusiones de urea según el tratamiento. En cada periodo de apertura a los ensilajes se midieron los valores de pH, y MS, PC, FDN y FDA. Se usó diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial. Los resultados fueron analizados entre periodos por medio test de Tukey ( $P < 0,05$ ) y entre tratamientos utilizando PROC REG SAS versión 9.1. En los resultados se encontró que a medida que aumenta el nivel de inclusión de urea, la proteína presenta un efecto lineal creciente ( $P < 0,0001$ ); del mismo modo un efecto lineal inverso para FDN ( $P < 0,0001$ ). Se concluye que a medida que se aumenta los niveles de inclusión de urea se mejora la calidad proteica del ensilaje y se disminuye la cantidad de FDN.

**Palabras clave:** Ensilaje, Urea, Ms Materia seca, PC Proteína cruda, FDN Fibra Detergente Neutra Y FDA Fibra Detergente Acida



## ABSTRACT

The realization of silages as a method of conservation of food for the dry season is of vital importance, however it is important to evaluate the characteristics of the food to be ensiled and the way to improve the fermentation and the nutritional quality of the same. The Cuba 22 Pasture (*Pennisetum Cuba OM22*) has become, in the tropic dry zones as an important alternative, due to its adaptation, biomass production, number of cuts and nutritional quality. For this reason, the objective of the present investigation was to determine the nutritional value of *Pennisetum Cuba OM22* silage, under different levels of inclusion of urea. This experiment was carried out at Hacienda La Gaviota, municipality of Mariquita, Tolima- Colombia at an altitude of 495 meters above sea level; temperature of 28 °C and annual rainfall of 1400 mm. A completely randomized experimental design with a factorial arrangement of 2\*4 was used; 2 opening periods (14 and 28 days), 4 inclusion levels of urea 0, 1, 2 and 3%, and 6 repetitions per treatment. The *Pennisetum OM cuba 22* grass was cut to a particle size of 2 cm  $\pm$  0.5, then the different inclusions of urea were made and it was stored in 40 L containers to form the respective microsilos of each treatment. In each period of opening of the silages the pH values were measured, in addition to this the respective samples were taken to evaluate the amount of MS, PC, FDN and FDA. The results were analyzed making a comparison between periods by Tukey test ( $P < 0.05$ ) and between treatments using PROC REG statistical package SAS version 9.1. Within the results it is found that for the two opening periods as the urea inclusion level is increased, the protein has a linear effect ( $P < 0.0001$ ); in the same way an inverse linear effect is presented for the contents of NDF as the urea levels are increased ( $P < 0.0001$ ). It is concluded that as the levels of inclusion of urea are increased, it is improved the protein quality of the silage and the amount of FDN is decreased.

**Keywords:** Silage, Urea, MS Dry material, PC crude protein, FDN neutral detergent fiber Y FDA acid detergent fiber

## INTRODUCCIÓN

El ensilaje es una eficiente opción de conservación de forrajes y una alternativa viable por su costo económico y por su mejoramiento en la calidad nutricional de los mismos; por otro lado en el trópico bajo, la intensidad lumínica y el régimen de lluvias existentes generan muchas variantes forrajeras que se pueden integrar en este proceso (Garcés et al., 2004). El pasto cuba 22 (*Pennisetum Cuba OM22*) tiene una alta producción de biomasa, una buena rusticidad y una muy buena adaptabilidad a los suelos y a las condiciones climáticas adversas. (García et al., 2014).

En el proceso de realización de los ensilajes se pueden generar pérdidas en rendimiento y calidad nutricional. Con el fin de minimizar estos problemas y mejorar las características, se ha propuesto el uso de aditivos como la urea quien mejora la calidad proteica del ensilaje, reduce el contenido de fibra detergente neutra (FDN) y aumenta la digestibilidad del material tratado (Pires *et al.*, 2003; Carvalho et al., 2006; Oliveira et al., 2009). La urea en forma de nitrógeno no proteico es de gran disponibilidad para los microorganismos del ensilaje, por medio de este aditivo pueden mejorar el proceso fermentativo y reducir la proteólisis del material ensilado (Sarmiento *et al.* 1999; Carvalho et al., 2006).

Otro efecto positivo de la amonización con urea es que provoca alteraciones benéficas en la fracción de la fibra detergente neutra ocasionando la solubilización parcial de la hemicelulosa del material amonizado (Oliveira et al., 2009). De esta manera, el objetivo de este estudio fue evaluar la composición bromatológica, pH, temperatura, cinética de degradación ruminal y digestibilidad In Vitro del ensilaje del pasto Cuba 22 (*Pennisetum Cuba OM22*) bajo diferentes niveles de inclusión de urea en dos periodos de abertura

## 1. MARCO TEÓRICO

La alimentación en rumiantes es el principal componente económico que tiene un hato productivo, el incremento de producción de carne y leche del ganado bovino se basa en el mejoramiento de la nutrición y calidad de los alimentos suministrados. En los últimos años se ha demostrado que la conservación de forrajes a través de la tecnología del ensilaje contribuye de manera significativa para mejorar los parámetros productivos, especialmente en las épocas de verano donde la disponibilidad de forraje en el potrero es escasa.

Para saber que forrajes, son necesarios para la conservación, se necesitan estudios que permitan conocer las propiedades físico-químicas del ensilaje y de este modo optimizar los procesos de consumo y digestibilidad del mismo, especialmente utilizando gramíneas tropicales adaptadas al bosque seco tropical

### 1.1 FORRAJE

**1.1.1 Cuba 22 (*Pennisetum Cuba OM-22*):** El pasto cuba 22 (*Pennisetum Cuba OM22*), es el resultado del cruzamiento del (*Pennisetum purpureum Cuba CT-169*) como progenitor masculino y como progenitor femenino el *Pennisetum glaucum Tifton late* (Martínez et al., 2009). El pasto cuba 22 tiene características relevantes de la especie *purpureum* ya que es un forraje perenne, de crecimiento exuberante y algo que lo caracteriza con sus otras especies, es que no posee pelos en sus hojas, Sus hojas son anchas y alargadas.(Trejo, Solis, & Vera, 2013)

El crecimiento de este pasto es recto macollador, puede adaptarse desde (0 a 2.250 m.s.n.m) presentando alto grado de rusticidad, soporta asociaciones con leguminosas y forrajes arbóreas la cual requiere de suelos bien drenados con precipitaciones de 1000 mm medias anuales (Martínez et al., 2009). (Valenciaga, Chongo, & Scull, 2002)(Valenciaga et al., 2002) informo que la variedad cuba OM-22 produce entre 40 y

120 t MV ha<sup>-1</sup> año de follaje para corte, estudios que se han hecho reportan la principal ventaja productiva del pasto cuba OM 22 en el alto porcentaje de hojas en materia seca en tiempo pocos lluviosos, teniendo entre 74 y 80% de hojas durante periodos de tiempos que varía entre 42 a 70 días que comparados con pastos como el King grass que son excelentes cultivares forrajeros, tienen entre los 61 y 67% de hojas en materia seca (Trejo et al., 2013).

En la (tabla 1) muestra una diferencia significativa del pasto *Pennisetum cuba OM- 22* en la comparación del rendimiento de hojas de diferentes especies del *pennisetum* en época lluviosa (PLL) y en épocas de poca lluvia (PPLL).

**Tabla 1.** Rendimiento de hojas (MS.T/Ha)

Graminea	Periodo		
	PPLL	PLL	Anual
King grass	5,38	9,14	14,52
OM-22	5,86	7,98	13,84
CT-169	5,34	7,32	12,66
T. Morado	4,94	7,5	12,44
CT-115	5	7,12	12,12

Comparación del rendimiento de hojas de diferentes especies del *pennisetum* en época lluviosa (PLL) y en épocas de poca lluvia (PPLL) y en rendimiento anual.

Fuente: (Trejo et al., 2013)

Según (Caballero, Martínez, Ramón, Hernández, & Navarro, 2016) una mayor cantidad de hojas en las gramíneas es un indicador de una mayor agrupación de nutrientes y capacidad fotosintética, permitiendo una mayor productividad y rendimiento de los pastos. Esto equivale a que el pasto cuba OM 22 (*Pennisetum Cuba OM22*) tenga mayor digestibilidad y mayores porcentajes proteicos, siendo una buena opción para la ceba de ganado bovino y para ensilajes a gran escala.

Reportes como el de (Trejo et al., 2013) demuestran que el contenido de PC del pasto cuba 22 (*Pennisetum Cuba OM22*) está alrededor 8 al 10% , valores que permiten mantener el crecimiento normal de las bacterias ruminales, las cuales necesitan un mínimo de 7 % de contenido de PC para su normal crecimiento.

## 1.2 UREA

La urea o nitrógeno no proteico es la fuente más común en la alimentación de rumiantes debido a su alto valor proteico, bajo costo y fácil manejo (Castañeda, Ferriani, Teixeira, Garcia, & Sofiati, 2013). La urea contiene un elemento químico que es el nitrógeno la cual esta forma parte de cada célula viva que es esencial para la planta siendo necesaria para la síntesis de clorofila y estar involucrado en el proceso de fotosíntesis(Almora, Huntington, & Burns, 2012). En el animal la urea es transformada por los microorganismos presentes en el rumen y de enzimas como la ureasa que permiten hidrolizar la urea en amoníaco y que junto con los ácidos grasos volátiles y cetoácidos producidos a partir de los carbohidratos formaran los aminoácidos que serán estos los que se incorporaran a la proteína microbiana para ser degradados en el abomaso e intestino delgado y ser transformados finalmente en aminoácidos para ser absorbidos por el animal (Huntington, Harmon, Kristensen, Hanson, & Spears, 2006). La urea cuando es usada como aditivo en ensilajes, se hidroliza en amoníaco, tiene un efecto inhibitorio sobre la población de levaduras y mohos, favoreciendo la reducción de etanol y pérdida de materia seca (Quiroz, 2009)

**1.2.1 Nitrógeno no proteico (urea) en los ensilajes:** Los aditivos como la urea, son utilizados para mejorar los niveles proteicos en ensilajes, en especial cuando son gramíneas que se han caracterizado por tener bajos niveles proteicos en su biomasa. Lo que hace la urea es aumentar el contenido de PB logrando elevar el contenido proteico del ensilaje y corrigiendo la estabilidad aeróbica del ensilaje. Esto hace que disminuyan las pérdidas y mejore la calidad nutritiva de este. La urea en el silo se descompone en amoníaco y dióxido de carbono para luego combinarse con el ácido láctico y acético formando las sales. Cuando estas sales que contienen ( $\text{NH}_3$ ) son consumidas por los rumiantes los microorganismos del rumen forman los aminoácidos que posteriormente va hacer metabolizados y transformados en el organismo (Mühlbach, 1999 ).

### **1.3 ENSILAJES**

El ensilaje es un método de conservación de forrajes basado en la eliminación de oxígeno, que se da a partir de un proceso fermentativo de carbohidratos solubles por medio de bacterias ácidos lácticas que producen ácido láctico (Garcés, Berrio, Ruiz, Serna, & Builes, 2004). La reducción del pH inhibe la acción de Microorganismo como enzimas vegetales, bacteria indeseable, levaduras y hongos que son degradantes de ensilajes. (Wattiaux, 1999)

El ensilaje está hecho para mantener el alimento conservado en épocas de escasez minimizando las pérdidas de energía, proteína y otros nutrientes. y así manteniendo la calidad y la palatabilidad a bajo costo, permitiendo así el aumento de número de animales por hectárea (J. Oliviera, Nunes, Rodrigues, & Rocha, 2015) Este recurso alimenticio se puede utilizar en cualquier forma de producción ya sea de forma intensiva, semi-intensiva, buscando optimizar el funcionamiento de los sistemas en climas tropicales y subtropicales. (Garfo & Mello, 2009)

Existen factores que puede influir sobre la producción máxima de ácido láctico como es el contenido de materia seca de un forraje ya que si está en gran cantidad y los carbohidratos solubles metabolizados están en menor cantidad se obtiene pH estables

necesarios para estabilizar el silo; además de ello el contenido de proteínas en los forrajes ensilados también puede interferir ya que el amoníaco producido por la degradación proteica influye en la elevación del pH debido a la neutralización de los ácidos orgánicos ya formados, esto quiere decir que se necesita mayores carbohidratos solubles en proporción a aminoácidos en los forrajes para estabilizar los ensilajes (Rodríguez et al., 2011)

El cuba OM 22 por su alto porcentaje de hojas en materia seca, hace que sea una excelente opción para la realización de métodos de conservación como los ensilajes generando valores proteicos superiores a otros forrajes y niveles superiores de digestibilidad in vivo (Martínez, Herrera, Tuero, & Padilla, 2009).

En la tabla 2 muestra un estudio comparativo sobre el contenido de bruta de tres variedades de *Penissetum purpureum* donde queda en evidencia un aumento al añadir urea al silo del cuba OM-22

**Tabla 2.** Contenido de proteína cruda (%) de tres variedades de *penissetum purpureum* fertilizadas con dos fuentes nitrogenadas y sin fertilizar

	SF	UREA	ARP
KING	9,2	9,7	9,8
OM-22	8,3	8,8	8,8
CT-115	11,7	12,5	12,7

SF: sin fertilizar, ARP: agua residual porcina

Fuente: (Trejo et al., 2013)

Existen aditivos como la urea cuyo principal objetivo es elevar el contenido en proteína bruta del ensilaje (FAO 2012) como se ve representado en la tabla comparativa de tres variedades de *Pennisetum purpureum*. Sin embargo su degradación por las bacterias hasta amoníaco provoca la elevación del pH; esto hace pensar si es conveniente añadirlo durante el proceso fermentativo del ensilaje o solamente suministrarlo después de ya hecho y madurado el ensilaje para dárselos a los animales. (Silveira & Franco, 2006)

## 1.4 DIGESTIBILIDAD

La digestibilidad hace referencia a la cantidad de alimento que es aprovechado en el tracto digestivo para luego ser convertido en sustancias útiles para el organismo (Giraldo, Gutierrez, & Rúa, 2007) . Es decir, es aquel alimento que es transformado a través de su recorrido del tracto gastrointestinal. Su valor se estima en relación al porcentaje de materia seca, considerándose así una valoración nutricional de calidad que se suministra a un animal de comida (McDonald et al., 2006).

La digestibilidad es uno de los métodos más significativos a la hora de valorar la calidad nutritiva de un forraje. La determinación de este parámetro se halla para realizar análisis comparativos de alimentos o ingredientes que hagan parte de ello (Duarte, 2011). Conocer la digestibilidad de un alimento es un objetivo primordial para el desarrollo de dietas balanceadas, teniendo en cuenta que una dieta con mayor digestibilidad, aporta más nutrientes que los proporcionados por una dieta de baja digestibilidad (Särkijärvi, Sormunen, Heikkilä, Rinne, & Saastamoinen, 2012).

**1.4.1** Parámetros que afectan la digestibilidad de un forraje: Los parámetros digestibles de un alimento son afectados por sus propios componentes nutricionales o por aspectos relacionados con los animales que la consuman (Shymada, 2003). Según Calvete et al. (1996) el ganado vacuno digiere la materia seca del forraje más eficientemente que el ganado ovino, y más cuando el forraje es de mala calidad, esta eficiencia digestiva en las vacas se debe a que la partícula de alimento permanece mucho más tiempo en el rumen que comparado con el ovino.

Shymada, (2003) menciona que existen forrajes que varían en gran medida su digestibilidad, y esto es debido a que se deja pasar el tiempo óptimo de cosecha, enfatizando que entre más pase el tiempo de madurez de un forraje el contenido de azúcares y proteína será menor, con mayor contenido de fibra (lignina , celulosa ) disminuyendo así gradualmente la digestibilidad. También puede inferir los procedimientos que están expuestos los alimentos tales como el molido, pastillas u



hojuela se aumenta la velocidad de pasaje por el tubo digestivo, reduciendo el tiempo de digestión, aumentando el consumo y mejorando la respuesta animal.

## **1.5 MÉTODOS DE DETERMINACIÓN DE DIGESTIBILIDAD**

Existen varios métodos para la evaluación de la digestibilidad de los animales entre ellos se encuentra la digestibilidad *in vivo*, digestibilidad *in situ*, digestibilidad *in vitro* (Manríquez., 2013).

**1.5.1** Digestibilidad *in vivo*: es la cantidad de nutrientes que son ingeridos y metabolizados para luego ser excretados en forma de heces (McDonald et al., 2006). Existen dos métodos que se utilizan para la determinación de la digestibilidad *in vivo*, el primero método de recolección total que consiste en recoger cuantitativamente las heces de la excreta y el otro método con indicador que es utilizado para solucionar los problemas del primer del método cuantitativo que consiste en incorporarlo al alimento y luego analizado en él y en las heces. (Manriquez., 2013)

Hay que tener en cuenta que la digestibilidad *in vivo* es un procedimiento costoso y laborioso y que requiere de grandes cantidades de alimento, por lo que se hacen métodos menos laboriosos como los métodos *in vitro* estos permite una valoración más rápida de los alimentos sin afectar negativamente a la precisión del valor obtenido (Van Soest., 1994).

**1.5.2** Digestibilidad *in situ* : Dentro de las técnicas utilizadas para evaluar la digestibilidad se encuentra la metodología *In Situ*; que consiste en la realización de una fistula a nivel ruminal o por medio de técnicas de hilos de algodón que mide la actividad celulolítica ruminal y/o por bolsas de nailon que es una técnica que se evalúa el proceso de digestibilidad del alimento (Bochi-Brum, Carro, Valdés, González, & López, 1999).

**1.5.3 Digestibilidad in vitro** :Es aquel procedimiento que busca simular artificialmente los procesos digestivos que se llevan a cabo en el sistema digestivo del animal, realizando procesos mecánicos y enzimáticos (pepsina, tripsina, celulosa y líquido ruminal) del alimento en un laboratorio, sometiendo en periodos de incubación una muestra seca de forraje molido en partículas “1mm”, para mezclarse con el líquido ruminal y posteriormente mezclarse con la pepsina y ácido clorhídrico utilizados para la valoración de los forrajes tropicales esto basado en la metodología propuesta por Tilley y Terry (Giraldo et al., 2007).

Con la digestibilidad in vitro se espera que la cantidad de alimento que desaparece por acción de los procesos enzimáticos sea la cantidad digestible. Cuya ventaja de estos procedimientos es su desarrollo fácil, es más económico, los resultados obtenidos son confiables al compararlo con la técnica *in vivo*, sin embargo tiene mayor probabilidad de error al reemplazar los animales (Caravaca, et al, 2003).

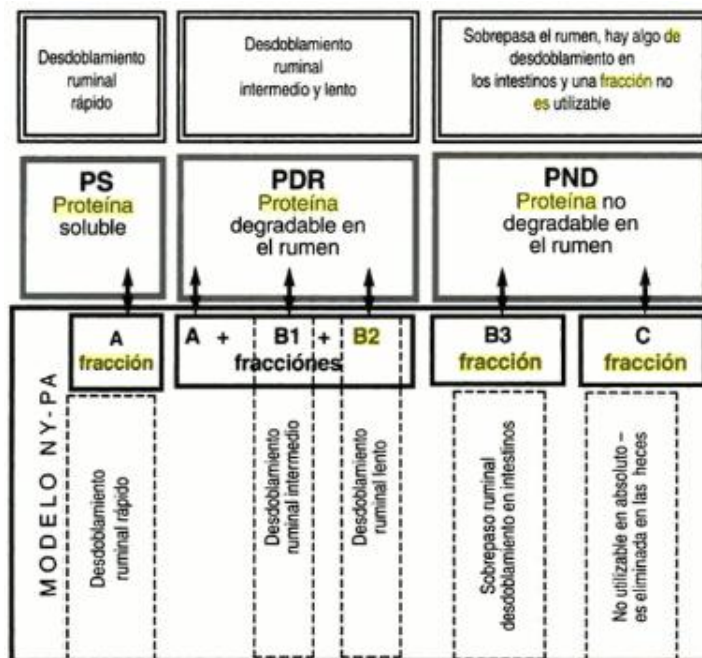
## **1.6 FRACCIONAMIENTO DE PROTEÍNA**

El fraccionamiento de proteína es aquel método que permite diferenciar las proteínas de pastos de acuerdo a la solubilidad y degradación en el rumen. Este modelo permite valorar una adecuada dieta para diferentes condiciones de producciones detallando información sobre los factores limitantes del metabolismo ruminal y los aportes proteicos que puede tener una dieta (Arreaza, 2004).

El modelo de Fraccionamiento proteico permite que La fracción de la proteína verdadera pueda ser degradada en proteínas solubles (fracción A), en proteína degradada rápidamente (fracción B1), en proteínas que no se degradan en el rumen, ni se absorbe en el intestino (fracción C) (Mesa et al., 2011). La fracción B se divide en tres partes según el ritmo de degradación y de paso en el rumen permitiendo así, estimar el aporte N degradado en el rumen en forma de amoníaco y también permitiendo conocer la proporción de proteína que se escapa si ser degradado en dicho órgano (Guada, 1996).

### 1.6.1 Categorización de la proteína

**Figura 1.** Fracciones que se esquematizan, donde muestra las categorías de degradación de la proteína en los diferentes procesos de fraccionamiento.



Fuente: (Arreaza et al., 2000)

En la fracción A la proteína verdadera se precipita rápidamente a partir de la proteína soluble, para separar el Nitrógeno No Proteico (la urea o la caseína) que en animal serán rápidamente degradados en amoníaco, péptidos y/o aminoácidos por la flora bacteriana del rumen. (Fox et al., 2004)

En la fracción B1, la proteína verdadera es potencialmente degradable de forma intermedia, (albuminas, globulinas, péptidos) siendo fuente rica en aminoácidos para los microorganismo del rumen en especial para las bacterias fermentadoras de carbohidratos generando un máxima eficiencia en el crecimiento microbiano(Mello & Nörnberg, 2004).

La fracción B2 es aquella proteína verdadera que según (Gaviria, Rivera, & Barahona, 2015) se degrada de forma intermedia pero según (Mello & Nörnberg, 2004) se degrada

de forma lenta, Esta fracción contiene glutelinas que se degradan de una forma variable en el rumen la cual se encuentra con bajos niveles en las gramíneas y en algunas leguminosas en niveles altos.

La fracción B3 o también llamada proteína de escape o proteína de sobrepaso tiene la particularidad de no ser degradada por los microorganismo en el rumen, pero si ser absorbida en el intestino dentro de ellas están las prolaminas y extensinas las cuales se encuentra en bajos niveles en gramíneas y muy alta en tortas oleaginosas también encontrándose considerablemente en frutos de semilla de leguminosas (Mello & Nörnberg, 2004)

Fracción C, es la proteína que se encuentra adherida a la pared de la planta, no se degrada por los microorganismos del rumen ni tampoco se absorbe por los microvellosidades del intestino se encuentra mayormente en los forrajes que ya han pasado su tiempo de madurez. (SNIFFEN et al., 1992)

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la composición bromatológica, pH, temperatura, cinética de degradación ruminal y digestibilidad In Vitro del ensilaje de pasto cuba 22 (*Pennisetum Cuba OM22*) bajo diferentes niveles de inclusión de urea en dos periodos de abertura.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Analizar las variaciones de pH y temperatura de los ensilajes de cuba 22 (*Pennisetum Cuba OM22*) bajo diferentes inclusiones de urea y en dos tiempos de apertura.
- Determinar la composición bromatológica (materia seca, materia orgánica, proteína cruda, fibra en detergente neutro, fibra en detergente acida y cenizas) de los ensilajes de cuba 22 (*Pennisetum Cuba OM22*) con diferentes inclusiones de urea y en dos tiempos de apertura.
- Estimar los parámetros de degradación ruminal y la digestibilidad *in vitro* de la Materia seca de ensilajes de pasto cuba 22 (*Pennisetum Cuba OM22*) con diferentes inclusiones de urea y en dos periodos de apertura.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1 UBICACIÓN

El ensilaje se realizó en la Hacienda La Gaviota, perteneciente a la empresa Ganados y Forrajes S.A. en el municipio de Mariquita, Tolima ubicada entre las coordenadas geográficas: 5°12'17.4" Norte 74°52'42.5" Oeste. Con temperaturas superiores a los 26°C; precipitaciones bimodales durante el año, inferiores a 1400mm, con mala distribución y alta evaporación; generándose regímenes de humedad secos y subhúmedos con una altitud sobre el nivel del mar de 495 m.

Se utilizó un banco establecido de pasto *Pennisetum OM cuba 22* el cual se cortó a 20 cm del suelo y contaba con una edad de rebrote de 50 días. Para el picado del forraje se usó una picadora calibrada para obtener un tamaño de partícula de 2 cm  $\pm$  0.5 cm adaptada a un tractor para facilitar la recolección y transporte de los forrajes. Seguidamente se procedió a realizar la inclusión de urea al forraje, la cual previamente fue diluida en agua para facilitar la homogenización con el material. Los tratamientos evaluados fueron: T1: sin inclusión de urea; T2: 1% urea; T3: 2% de urea; T4: 3% de urea. Los ensilajes fueron almacenados en canecas de polietileno con capacidad de 30 kg con tapa de sellado hermético con el fin de proporcionar un ambiente anaerobio adecuado para la fermentación.

**Tabla 3:** Diferentes inclusiones de urea y tratamientos planteados para el ensilaje del *Pennisetum OM cuba 22*.

Tratamientos	<i>Pennisetum OM cuba 22</i> /% inclusion urea
1 (control)	0%
2	1%
3	2%
4	3%

Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 2 X 4, dos periodos de abertura (día 14 y día 28), cuatro niveles de inclusión de urea con 6 repeticiones por tratamiento.

### **3.2 VARIABLES EVALUADAS**

**3.2.1 pH y temperatura:** En cada periodo experimental se determinó el pH y la temperatura de los silos, retirando previamente una capa superior de 20 centímetros. La temperatura se tomó inmediatamente después de la abertura del silo utilizando un medidor de temperatura y humedad de granos Digital meter®. Para determinar el pH tomando una muestra de 100 gr la cual fue colocada en bolsas previamente etiquetadas para posteriormente llevarlas al laboratorio de ecofisiología animal de la universidad del Tolima, este parámetro químico se calculará a partir del protocolo establecido por Globe, (2005) usando un Titulador TitroLine easy®.

**3.2.2 Calidad nutricional:** las muestras recolectadas fueron procesadas en el laboratorio de Ecofisiología de la Universidad del Tolima en el cual se evaluó la materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda, extracto etéreo y cenizas, mediante análisis químico proximal según los métodos establecidos por la AOAC (2000); fibra detergente neutra y fibra detergente ácida por medio del protocolo propuesto por (Van Soest, Robertson, & Lewis, 1991). Los nutrientes digestibles totales (NDT) de las gramíneas, serán estimados a partir de la ecuación descrita por NRC, (2001).

**3.2.3 Digestibilidad in vitro y cinética de degradación de la materia seca:** Las unidades experimentales se molieron y se mezclaron, para posteriormente ser incubados in vitro de acuerdo con la metodología Daisy II (ANKOM Corp, NY). El inóculo se tomaron de 2 bovinos machos previamente canúlados en el rumen alimentados con el pasto *Cynodon spp.*

Se colectaron aproximadamente 800 mL de líquido ruminal de cada bovino, el cual se almacenaron en garrafas térmicas. Después de la colecta, el líquido ruminal se filtró a

través de dos paños de algodón, la fracción sólida se retiró de las toallas algodónadas y se transfirió a una licuadora durante 20 segundos. Después de este procedimiento el material licuado se filtró y se transfirió nuevamente para un recipiente mantenido en un baño maría a 39° C y continuamente saturado con CO<sub>2</sub>. Este procedimiento se realizó garantizando que el inóculo resultante esté compuesto por microorganismos ruminales adheridos y no adheridos a la fibra THEODOROU et al (1994). 400 mL de líquido ruminal se incubó con 1600 mL de medio de cultivo previamente elaborado, de acuerdo a la metodología del Daisy II (McDonald 1979).

Para la muestra del cuba OM-22 se peso 0,5 g de materia seca previamente molida a 1mm y colocadas en bolsas filtro F57 ANKOM®. Posteriormente estas bolsas fueron colocadas en jarras a las cuales se le agrego las soluciones tampones A y B además del inóculo ruminal anteriormente descrito para luego ser introducidas en la incubadora DAISYII durante 48 h, garantizando una temperatura de 39°C. Al término de este periodo se les agregó 40 ml de HCl al 6N y 8 g de pepsina, dejando la muestra por 24 horas más en la incubadora. Luego de este tiempo las bolsas fueron secadas a 105°C durante 8 h. La digestibilidad *in vitro* de la MS fue calculada por la diferencia entre el alimento incubado y el residuo después de la incubación.

La cinética de degradación de la MS se ha determinado de forma paralela DIVMS usando DAIRYII, realizándolo en tiempos de incubación de 2,4,8,16,32,48 y 96 horas los cuales los parámetros de degradación ruminal de la materia seca (MS) *in vitro* se calcularon utilizando la ecuación descrita por Orskov y McDonald (1979):

$$p = a + b (1 - e^{-ct}).$$

Dónde:

p = velocidad de degradación en el tiempo t;

a = fracción soluble en agua;

b = fracción de agua insoluble, potencialmente degradable;

c = velocidad de degradación de la fracción B;

t = tiempo de incubación.



La degradabilidad efectiva (DE) de la MS se calculó usando la siguiente ecuación:  $DE = a + (b \times c / c + k)$

Donde k es la velocidad del paso de partículas en el rumen. La degradabilidad efectiva de la MS *in vitro*, se estimaron para cada dieta, teniendo en cuenta las tasas de pasaje de 2, 5 y 8%/h, valores que se pueden atribuir a niveles de consumo bajo, medio y alto, respectivamente. La degradabilidad potencial se calculó usando la siguiente ecuación:  $P = a + b * (1 - \exp -c*t)$

Donde:

P= degradabilidad potencial

t = tiempo de incubación

a = intercepto con el eje Y en el tiempo cero. Representa el sustrato soluble y completamente degradable que sale rápidamente del saco de nylon.

b = la diferencia entre el intercepto (a) y la asíntota

**3.2.4 Fraccionamiento proteico:** Las fracciones proteicas CNCPS fueron determinadas de acuerdo con el procedimiento estandarizado por Licitra, Hernandez, & Van Soest, (1996). La fracción A (NNP) fue medida a partir tungstato de sodio, el cual precipita la proteína y permite cuantificar el NNP; la fracción B<sub>1</sub>, soluble en tampón fosfato fue cuantificado utilizando el tampón borato fosfato menos el nitrógeno soluble en la fracción A; el nitrógeno insoluble en detergente neutro B<sub>3</sub> (NIDN) y el nitrógeno insoluble en detergente ácido, C (NIDA) fueron determinados como el contenido de nitrógeno residual, posterior a los procedimientos de detergente neutro y detergente ácido respectivamente. La fracción B<sub>2</sub> insoluble en el tampón borato fosfato, pero soluble en detergente neutro, fue calculada como la diferencia entre el resto de fracciones. Los resultados fueron presentados como porcentaje con respecto al total de la proteína cruda.

Se determinó la digestibilidad de dos de las fracciones proteicas (B<sub>3</sub>- C) por su relación con taninos, celulosa y lignina; para esto se hallaron estas fracciones tanto en el pasto reemplazándose la ecuación de digestibilidad descrita anteriormente.

#### 4. ANALISIS ESTADISTICO

Los periodos de apertura fueron analizados por medio de una ANOVA y la comparación entre medias fue realizada por un test de Tukey con 5% de probabilidad. Los niveles de urea se evaluaron por medio de regresión utilizando el PROC REG de SAS. Todos los procedimientos estadísticos fueron realizados Utilizando el programa estadístico SAS (Statistical Analysis System, versión 9.1). El modelo estadístico utilizado para el análisis de los datos fue el siguiente:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + V_{ij} + S_k + TP_{ij} + e_{ijkl}$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = Variable dependiente

$\mu$  = Media general

$T_i$  = i efecto fijo del tratamiento

$V_{ij}$  = j efecto de la inclusión

$S_k$  = k efecto fijo del periodo

$TP_{ij}$  = ij efecto fijo de la interacción

$e_{ijkl}$  = error residual

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 PH Y TEMPERATURA

Los valores de pH para el día 14 mostraron un efecto lineal y cuadrático ( $p < 0.05$ ); a medida que aumentó la inclusión de urea en los ensilajes (tabla 2); sin embargo, este efecto no se mantuvo en los ensilajes al día 28 de fermentación ( $p > 0.05$ ). Estos resultados son similares a los que evidenció Rodríguez et al (2014) quienes evaluaron diferentes inclusiones de urea (0, 0.5, 1, 1.5%) en ensilados de rastrojos de piña, observando que el grado de acidez de los materiales fermentados se veía influenciado por la adición de urea. Rong et al (2013) en un trabajo realizado con ensilaje de pasto *Pennisetum purpureum* tratado con urea al 0,4% reportan valores de pH no mayores a 5.3, los cuales son más altos a los presentados en esta investigación. Al comparar el pH en los tiempos de apertura del ensilaje (día 14 y 28) se presentaron diferencias ( $p \leq 0.05$ ) entre estos tiempos del T1 (0%) y T2 (1%) entre tanto el T3 (2%) y T4 (3%), los cuales tenían las inclusiones más altas de urea no presentaron diferencias entre ellos ( $p > 0.05$ ). Estos resultados coinciden con Suárez et al (2011) quienes evaluaron la adición de urea al 0.5% en el ensilaje de caña de azúcar y *Gliricidia sepium* en dos periodos de tiempo, 20 y 40 días, sin obtener ninguna diferencia significativa entre los valores de pH. Tonissi et al (2013) mencionan que la urea produce compuestos nitrogenados que neutralizan el ácido láctico debido a la disociación o absorción de los  $H^+$ , y la formación de  $NH_4^+$  neutralizando el pH del ambiente; sin embargo este efecto no se evidenció en el trabajo posiblemente por la catalización de la urea la cual es hidrolizada en amoníaco y  $CO_2$ . No obstante, el amoníaco por medio de microorganismos amonificantes, es convertido en ion amonio y este ion es transformado en nitratos, liberando así hidrogeniones al ensilaje causando la caída del pH a medida que aumentó la inclusión de urea (Campillo & Sadzawka, 2006).

**Tabla 4:** pH y Temperatura del ensilaje *Pennisetum cuba* OM 22 bajo diferentes inclusiones de urea y en dos tiempos de apertura.

Variables	Tratamientos				EEM <sup>5</sup>	P-valor	
	1	2	3	4		L	Q
pH Día 14	4,61a	4,52a	4,56	4,29	0,07	0,001	0,001
pH Día 28	4,38b	4,33b	4,45	4,31	0,07	0,798	0,797
EEM <sup>5</sup>	0,05	0,03	0,08	0,09			
P- valor	0,0118	0,0022	0,3825	0,8589			
T° Día 14	31,18b	29,30b	28,80b	28,78b	0,27	0,012	0,021
T° Día 28	25a	24,22a	25,12a	25,30a	0,48	0,414	0,446
EEM <sup>5</sup>	0,71	0,19	0,20	0,14			
P- valor	0,003	<0,0001	<0,0001	<0,0001			

a,b: diferentes letras representan diferencias significativas entre los días de apertura (14 y 28) para cada tratamiento

1: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22

2: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22 con inclusión 1% de urea

3: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22 con inclusión 2% de urea

4: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22 con inclusión 3% de urea

<sup>5</sup>EE: error estándar de la media

Con relación a la Temperatura hubo efecto lineal y cuadrático ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos para el día 14 a medida que aumentaron los niveles de urea en los ensilajes. Ya en el día 28 no se observaron diferencias entre los tratamientos. En el momento de comparar la temperatura en los dos tiempos de apertura se presentaron diferencias ( $p < 0.05$ ), lo cual es común al día 14 por la reacción exotérmica generada por la fermentación, lo que no ocurre al día 28 donde el ensilaje ya termina la fase de fermentación.

## 5.2 COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA

El contenido de MS en los ensilajes no fue afectada por los tratamientos a medida que aumentó el nivel de urea ( $p > 0,05$ ). Datos similares fueron observados por Oliviera et al (2015), los cuales no evidenciaron variación en la cantidad de MS de ensilajes inoculados con urea al 1 y 2%. Por otro lado, Paiva et al (2009) estudiaron ensilajes de sorgo inoculados con urea (2.5; 5.0 y 7.5%) en dos periodos de abertura (30 y 60 días) encontrando un efecto lineal y cuadrático sobre el porcentaje de MS.

La MS presentó diferencias ( $p < 0,05$ ) entre los tiempos de abertura evaluados, obteniendo para el día 28 un valor superior (tabla 3). Contrariamente, Oliveira et al (2009) evaluaron ensilaje de pasto *Panicum máximum* inoculado con urea al 0.25 0.5 y 0.75% en dos periodos de abertura (día 30 y 60) sin observar ningún cambio significativo en el porcentaje de MS.

Como era de esperar las concentraciones de PC en los ensilajes de pasto cuba OM-22 aumentaron a medida que aumentó el nivel de urea ( $p < 0,05$ ) en los dos periodos de abertura. Varios trabajos de investigación han demostrado que la inoculación de ensilajes con urea mejora las concentraciones de proteína cruda. Pereira & Gusmão (2011) evaluaron la cáscara de soya amonificada con diferentes niveles urea presentaron un efecto lineal de la PC. Moura et al. (2007) también analizaron inoculaciones crecientes de urea hasta llegar a un nivel del 3% observaron un incremento lineal sobre la proteína cruda del ensilaje de pasto Tanzania.

**Tabla 5:** Composición bromatológica del pasto *Pennisetum cuba* OM 22 bajo diferentes inclusiones de urea y en dos tiempos de apertura.

Variables	Tratamientos				EEM	P-valor	
	1	2	3	4		L	Q
MS							
Día 14	20,95 b	19,99b	20,63b	20,13b	0,29	0,223	0,377
Día 28	23,04 a	23,49a	22,55a	23,46a	0,39	0,863	0,843
EEM <sup>5</sup>	0,19	0,35	0,40	0,40			
P- valor	<0,0001	0,0001	0,0099	0,0004			
MO							
Día 14	79,05a	80,01a	79,37a	79,87a	0,29	0,223	0,377
Día 28	76,96b	76,51b	77,45b	76,54b	0,39	0,863	0,843
EEM <sup>5</sup>	0,19	0,35	0,40	0,40			
P- valor	<0,0001	0,0001	0,0099	0,0004			
PC							
Día 14	8,33a	13,50	14,28	19,28	2,19	0,002	0,011
Día 28	5,57b	12,51	15,61	19,87	0,88	<0,0001	<0,0001
EEM <sup>5</sup>	0,30	0,61	0,99	3,11			
P- valor	0,0002	0,2854	0,365	0,8956			
FDN							
Día 14	74,31b	71,34	67,48b	65,63	1,36	0,0001	0,0001
Día 28	78,62 a	73,21	73,24 a	67,72	1,60	0,0003	0,002
EEM <sup>5</sup>	0,92	0,84	1,61	2,17			
P- valor	0,0106	0,1572	0,0350	0,5137			
FDA							
Día 14	56,65	56,67	53,06	54,53	1,59	0,175	0,370
Día 28	57,55	55,61	53,38	53,26	0,81	0,001	0,002
EEM <sup>5</sup>	0,61	2,13	0,94	0,76			
P- valor	0,3283	0,7354	0,8116	0,2696			

CENIZAS							
Día 14	10,35	9,84	10,21	9,59	0,28	0,156	0,370
Día 28	10,83	10,61	10,57	10,10	0,41	0,210	0,443
EEM <sup>5</sup>	0,33	0,25	0,47	0,32			
P- valor	0,3302	0,0630	0,5986	0,2981			

a,b: Letras mayúsculas en la fila difieren entre si por la regresión y letras minúsculas en la columna. diferentes letras representan diferencias significativas entre los días de apertura (14 y 28) para cada tratamiento.

1: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22

2: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22 con inclusión 1% de urea

3: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22 con inclusión 2% de urea

4: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22 con inclusión 3% de urea

<sup>5</sup>EE: error estándar de la media

El incremento de la PC en los ensilajes se relacionan con el nitrógeno no proteico (NNP) proporcionado por la urea, el cual consecuentemente reduce la proteólisis de las células vegetales por parte de los microorganismos y aumenta la disponibilidad proteica del ensilaje (Fernández, Contreras, Carhuapoma, & Soldevilla, 2013). La PC entre el día 21 y 28 solo presentó diferencias ( $p < 0,05$ ) entre los ensilajes del (T1 0%), lo cual se puede generar por la proteólisis que realizan los microorganismos, disminuyendo de esta manera la cantidad de PC en la fase final de la fermentación; sin embargo los tratamientos que tuvieron la inoculación de urea no tuvieron esta variación en el porcentaje de PC ( $p > 0.05$ ). Estos datos concuerdan con los observados por Ferreira et al. (2007) quienes no reportan diferencias significativas al evaluar dos tiempos de apertura del ensilaje (14 y 28 días) bajo una inoculación de un 0.5% de urea. Del mismo modo Oliveira et al. (2009) presentaron resultados similares sin encontrar diferencias significativas en dos periodos (30 y 60 días) evaluados bajo adiciones diferentes de urea. El mayor aporte de proteína cruda es interesante especialmente en las ganaderías del Tropicó, ya que los pastos son deficientes en PC y estos no satisfacen los requerimientos de los animales, Sin embargo futuros experimentos deben evaluar el efecto de los ensilajes inoculados con urea sobre el consumo voluntario, digestibilidad In Vivo y el desempeño de los animales tratados con esta tecnología.

El contenido de FDN en los tratamientos evidenció un efecto inverso ( $p < 0.05$ ) a medida que aumentó la inclusión de urea como se presenta en la tabla 3. El T1 (0%) y T (3%) tuvieron diferencias ( $p < 0.05$ ) en el contenido de FDN entre el día 14 y 28 de apertura, entre tanto el T2 (1%) y T4 (3%) tuvieron una tendencia; por lo tanto al día 28 los niveles de FDN fueron más altos en todos los tratamientos, efecto similar al mencionado por Ferreira et al (2007), quienes en una evaluación del ensilaje con caña de azúcar inoculado con 0.5% de urea en tres periodos de tiempo (14, 28, 56 días) observaron un aumento el porcentajes de FDN con relación al tiempo de apertura. Este efecto como lo menciona el autor puede ser dado por la cantidad de carbohidratos solubles que poseen estos ensilajes y que hacen parte de la FDN. Paiva et al (2009) afirman que los niveles de FDN y hemicelulosa disminuyen de forma lineal con dosis crecientes de fuentes de amoníaco debido a la solubilización de estos componentes bajo la presencia del NNP; datos que son coincidentes con los obtenidos por Granzin & Dryden, (2003) quienes trabajaron con heno de pasto *Braquiaria* y pasto *Rhodes* amonizados, estudio en el que concluyeron que la urea a medida que aumentó su inclusión disminuyó los niveles de FDN.

Las concentraciones de FDA disminuyeron a medida de que aumentó la adición de urea ( $P < 0,05$ ). De acuerdo con Van Soest, (1994), el tratamiento de pastos fibrosos con productos alcalinos, como la urea, puede romper los puentes de hidrogeno entre las moléculas de celulosa, solubilizando parte del componente de la pared celular y de esa manera mejorar la digestibilidad de la celulosa. Por otro lado, Klopfenstein et al (1978) relatan que en ensilajes amonizados con urea se solubilizaba la celulosa y la lignina, debido a la reducción de la cristalinidad de la celulosa, lo cual provoca una reducción del contenido de FDA Gobbi et al (2005) trabajando con seis niveles de urea (0, 2, 4, 6, 8 e 10%) en el heno *Brachiaria decumbens*, almacenado durante 35 días, observaron un efecto lineal inverso de la FDA a medida de que aumentaron los niveles de urea. Resultado semejante a los de Fadel et al. (2003) donde amonizaron con 2%, 4% y 6% de urea la paja de arroz presentando los mismos resultados que las anteriores investigaciones.



El contenido de cenizas evidenciado (tabla 3), no arrojó ningún efecto lineal ni cuadrático ( $p>0,05$ ) bajo los diferentes niveles de urea; del mismo modo no hubo diferencias estadísticas entre los tiempos de apertura.

### 5.3 DEGRADACIÓN RUMINAL

La estimativa de los parámetros de degradación ruminal de los ensilajes de *Pennisetum cuba OM 22* bajo las diferentes inclusiones de urea, determinó que la fracción a de los tratamientos evaluados día 14 y 28 tuvo un comportamiento lineal y cuadrático ( $p<0.05$ ) dependiente de la inclusión de este aditivo (tabla 3); de lo cual se infiere que los ensilajes con mayores inclusiones de urea son más solubles y degradables a nivel ruminal comparado con el ensilaje sin urea; datos similares fueron reportados por Junior et al, (2006) los cuales evaluaron ensilajes de caña de azúcar con inclusiones de urea, observando que los ensilajes que fueron inoculados con este aditivo, aumentaron la fracción a de un 23% a un 33 %.

**Tabla 6.** Estimativa de los parámetros de degradación ruminal de ensilaje de *Pennisetum cuba OM 22* con diferentes niveles de inclusión de urea y dos tiempos de apertura.

Parámetros	Tratamientos				EEM <sup>5</sup>	P-valor	
	1	2	3	4		L	Q
Fracción a (%)							
Día 14	4.82b	10.77a	10.23	11.23	0.46	0.0026	<0.0001
Día 28	7.48a	7.55b	10.88	11.63	0.30	<0.0001	<0.0001
EEM <sup>5</sup>	0.51	0.46	0.28	0.23			
P- valor	0.0217	0.0078	0.1837	0.2880			
Fracción b (%)							
Día 14	68.03b	54.73	56.63	52.74b	7.12	0.1734	0.332
Día 28	79.05a	45.98	63.30	63.33a	2.35	0.3931	0.034
EEM <sup>5</sup>	2.41	10.03	2.22	1.08			
P- valor	0.0320	0.5711	0.0901	0.0023			
Fracción c (%h)							

Día 14	0.02a	0.02	0.03	0.02	0.00194	0.3733	0.398
Día 28	0.01b	0.03	0.03	0.02	0.00243	0.7747	<0.0001
EEM <sup>5</sup>	0.0019	0.0031	0.0024	0.0020			
P- valor	0.0136	0.0979	0.5378	0.088			

#### DP

Día 14	72.85b	65.50	66.86	63.97b	7.17	0.4058	0.684
Día 28	86.53a	53.53	74.79	74.36a	2.32	0.6680	0.065
EEM <sup>5</sup>	2.69	10.05	2.19	0.76			
P- valor	0.0228	0.4470	0.0629	0.0006			

#### DE (K=0,02)

Día 14	38.69	37.04	43.51	39.22	2.68	0.5310	0.749
Día 28	37.13	35.85	47.24	39.14	1.53	0.2036	0.233
EEM <sup>5</sup>	0.80	3.39	2.10	1.60			
P- valor	0.2388	0.8171	0.2771	0.9734			

#### DE (K=0,05)

Día 14	24.19	25.72	30.97	27.70	1.67	0.0907	0.116
Día 28	22.79	25.50	33.05	26.42	1.10	0.0938	0.020
EEM <sup>5</sup>	0.58	1.58	1.85	1.34			
P- valor	0.1624	0.9239	0.4713	0.5347			

#### DE (K=0,08)

Día 14	18.38	21.25	25.32	22.91	1.28	0.0266	0.020
Día 28	17.79	20.69	26.88	21.63	0.87	0.0558	0.008
EEM <sup>5</sup>	0.48	0.99	1.55	1.09			
P- valor	0.4373	0.7104	0.5181	0.4551			

a,b: diferentes letras representan diferencias significativas entre los días de apertura (14 y 28) para cada tratamiento.

1: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22

2: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22 con inclusión 1% de urea

3: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22 con inclusión 2% de urea

4: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22 con inclusión 3% de urea

<sup>5</sup>EE: error estándar de la media

Por otro lado, la inclusión de urea no generó ningún efecto sobre las fracciones b y c de los ensilajes, posiblemente porque su influencia es más determinante en la fracción a (NNP) por su rápida degradabilidad. La degradabilidad potencial no presentó ningún efecto entre los tratamientos ( $p > 0.05$ ) en los días 14 y 28 de apertura; resultados similares fueron reportados Silva et al (2014) donde compararon la degradabilidad *in situ* de la caña de azúcar inoculada con urea y otros aditivos sin verse alterada la degradabilidad potencial de los diferentes tratamientos.

Los valores de degradabilidad efectiva de la MS bajo las diferentes constantes de velocidad de recambio ruminal ( $K = 0.02, 0.05$  y  $0.08\%/h$ ) tuvieron un comportamiento similar en todas las adiciones de urea (tabla 3); contrario a lo encontrado por Junior et al (2006) quien sí evidenció efectos de las inclusiones con nitrógeno no proteico sobre la degradabilidad potencial de los ensilajes. Valenciega & Chongo, (2001) realizaron un estudio de la degradabilidad ruminal del forraje *Pennisetum CUBA CT-115* en el cual obtuvieron una degradabilidad efectiva de 50.14 %, la cual consideró como una degradabilidad efectiva alta para una gramínea tropical si se compara con la obtenida en los tratamientos del presente estudio.

**Tabla 7.** Degradación de la materia seca en diferentes horarios de incubación in vitro y digestibilidad del ensilaje *Pennisetum cuba OM 22* bajo diferentes inclusiones de urea y en dos tiempos de apertura.

Degradabilidad	Tratamientos				EEM	P-valor	
% hora	1	2	3	4		L	Q
3							
Día 14	10.45	14.38a	12.89	14.54	1.41	0.125	0,247
Día 28	9.09	11.77b	14.87	14.29	0.77	0.001	0.001
EEM <sup>5</sup>	1.48	0.28	0.85	1.47			
P- valor	0.5510	0.0028	0.1737	0.9104			
4							
Día 14	8.84	15.13a	14.86	15.10	0.68	0.007	0.001
Día 28	9.11	12.86b	16.76	14.83	0.77	0.003	<0.0001
EEM <sup>5</sup>	0.97	0.37	0.59	0.81			
P- valor	0.8505	0.0127	0.0859	0.8260			
8							
Día 14	11.23	16.63	19.92	17.53b	1.07	0.010	0.001
Día 28	11.74	15.14	17.01	19.35a	0.23	<0.0001	<0.0001
EEM <sup>5</sup>	1.18	0.31	0.93	0.16			
P- valor	0.7734	0.0268	0.0912	0.0014			
16							
Día 14	18.88a	23.68b	24.80	21.68	1.86	0.330	0.085
Día 28	22.49b	30.11a	17.56	19.62	0.78	0.111	0.182
EEM <sup>5</sup>	0.75	1.61	1.16	1.90			
P- valor	0.0274	0.0477	0.0116	0.4872			
32							
Día 14	36.52	39.40	41.15a	40.47	1.03	0.019	0.015
Día 28	39.78	40.46	34.20b	35.66	1.20	0.019	0.073
EEM <sup>5</sup>	0.87	0.59	1.13	1.61			

P- valor	0.0576	0.2715	0.0106	0.1025			
48							
Día 14	49.20	48.27a	51.89a	48.84	2.12	0.791	0.859
Día 28	49.20	43.80b	42.07b	46.51	1.14	0.267	0.003
EEM <sup>5</sup>	2.24	0.71	1.37	2.05			
P- valor	0.9998	0.0113	0.0072	0.4657			
96							
Día 14	60.28	64.14	59.94	59.50	0.95	0.311	0.173
Día 28	61.24	54.41	57.73	58.14	1.52	0.518	0.138
EEM <sup>5</sup>	1.25	0.84	0.70	1.19			
P- valor	0.7447	0.0012	0.0892	0.4640			
Digestibilidad	55.50	56.16	56.06a	53.70	1.65	0.4476	0.487
Día 14							
Día 28	54.56	54.45	51.33b	55.09	1.97	0.8678	0.634
EEM <sup>5</sup>	2.22	1.21	1.10	2.37			
P- valor	0.7792	0.3741	0.0388	0.7001			

A, b: diferentes letras representan diferencias significativas entre los días de apertura (14 y 28) para cada tratamiento.

1: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22

2: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22 con inclusión 1% de urea

3: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22 con inclusión 2% de urea

4: ensilaje de *Pennisetum cuba* OM 22 con inclusión 3% de urea

<sup>5</sup>EE: error estándar de la media

La degradación según el tiempo de incubación e inoculación de urea demostró tener un efecto lineal y cuadrático en las primeras 8 horas incubadas. Datos similares con los (Martinez, Slnac, & Kucseva, 2016), evaluó tiempos de incubación de degradabilidad de la materia seca en henos *Hemarthria altissima* amonificados al (0,2,4,6) de urea presentando un efecto cuadrático a las 3 horas de incubadas. Souza, Martinez, & Lopez, (2013), reportan que tratamientos alcalinos como la urea promueven la solubilización de la hemicelulosa ocasionando reducciones en los carbohidratos estructurales. Postulación que se asemeja a la presente investigación donde la urea al ser altamente

soluble en las primeras horas demostró tener una influencia en la degradabilidad de la muestra.

#### 5.4 DIGESTIBILIDAD *IN VITRO*

La digestibilidad in vitro de la materia seca evidenciado (tabla 7), no arrojó ningún efecto lineal ni cuadrático ( $p>0,05$ ) bajo los diferentes niveles de urea; del mismo modo no hubo diferencias estadísticas entre los tiempos de apertura. Datos que difieren con los de (Gobbi et al., 2005) donde presento Aumentos en la DIVMS en materiales amonizados con urea (0,2,4,6,8,10%) en heno *Brachiaria decumbens*. Y con (Sarmiento, Garcia, José, Pires, & Nascimento, 1999) evaluó mejoro DIVMS de bagazo de caña inoculado al (0; 2,5; 5; 7,5; e 10%) de urea. (Van Soest, 1994) reporta que materiales amonizados con urea “amoniaco” promueve la ruptura de los puentes de hidrogeno entre las moléculas de celulosa, hemicelulosa; promoviendo la solubilizacion parcial facilitando la acción de los microorganismos ruminales sobre la pared celular.

## 6. CONCLUSIÓN

La amonización con urea del ensilaje *pennisetum cuba OM-22*, demuestra una práctica eficiente en el mejoramiento de los valores nutricionales, caracterizado por el aumentando de la proteína cruda y las disminuciones de materia seca, Fibra detergente neutra, y fibra detergente acida en la medida de que se aumentan niveles de urea. Bajo las condiciones en que se realizó el presente ensayo no es posible definir específicamente la respuesta con respecto a los tratamientos ensayados con urea si infiere en la degradabilidad ruminal. Por lo tanto esta técnica es muy factible para la alimentación de rumiantes principalmente en los periodos secos del año.

## REFERENCIAS

- Almora, A., Huntington, G. B., & Burns, J. C. (2012). Effects of supplemental urea sources and feeding frequency on ruminal fermentation , fiber digestion , and nitrogen balance in beef steers. *Animal Feed Science and Technology*, 171(2–4), 136–145. <http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.10.012>
- AOAC, & Chemist, A. of O. A. (2000). *Official methods of analysis*. (A. International, Ed.) (17th ed.). Virginia.
- Arreaza, C. (2004). UTILIZACION DEL SISTEMA CNCPS COMO HERRAMIENTA DE SOPORTE PARA LA INVESTIGACIÓN EN FORRAJES TROPICALES. *Corpoica*, 1–14.
- Bochi-Brum, O., Carro, M., Valdés, C., González, J., & López, J. (1999). Digestibilidad in vitro de forrajes y concentrados: Efecto de la ración de los animales donantes de líquido ruminal. *Arc.Zootec.*, 48(Div), 51–61.
- Borges, jorge, Bastardo, Y., Sandoval, E., Barrios, M., & Ortega, R. (2011). Efecto de la adición de urea y el tipo de fermentación en la estabilidad de silajes de Caña de Azúcar ( *Saccharum spp* ). *Zootecnia Tropical*, 29(3), 283–291.
- Caballero, A., Martínez, Z., Ramón, O., Hernández, M., & Navarro, M. (2016). Caracterización del rendimiento y la calidad de cinco accesiones de *Cenchrus purpureus* ( Schumach .) Morrone. *Pastos Y Forrajes*, 39(2), 94–101.
- Calvete, F., GONZÁLEZ, A., GONZÁLEZ, C., CASTRO, P., CARDELLE, M., FERNÁNDEZ, B., & ALONSO', V. (1996). EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE LABORATORIO PARA LA PREDICCIÓN DE LA DIGESTIBILIDAD IN VIVO DE LA MATERIA ORGÁNICA DE ENSILAJES DE HIERBA Y PLANTA ENTERA DE MAÍZ. *Revista PASTOS*, 26, 3–22.
- Campillo, R., & Sadzawka, R. A. (2006). Acidificación de los suelos y los procesos involucrados. Programa de recuperación de suelos degradados. *Serie Actas*.
- Castañeda, R., Ferriani, A., Teixeira, S., Garcia, D., & Sofiati, D. (2013). Urea de liberación lenta en dietas para bovinos productores de carne: digestibilidad, síntesis microbiana y cinética ruminal. *Agrociencia*, 47, 13–24.




- Cheng, R., Matasaka, S., & Tao, S. (2013). Evaluation of Fermentation Dynamics and Structural Carbohydrate Degradation of Napiergrass Ensiled with Additives of Urea and Molasses. *Pakistan Veterinary Journal*, 8318(0253–8318), 2074–7764.
- Chongo, B., Delgado, D., Ruiz, T., & Ruiz, O. (2006). Fraccionamiento proteico y digestión ruminal de nutrientes de siratro ( *Macroptilium atropurpureum* ). *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 40(3), 315–320.
- Duarte, J. (2011). Comparación de los marcadores internos : fibra en detergente neutro ( FDNi ) y ácido ( FDAi ) indigestibles y colecta total de heces para estimar la digestibilidad en ovinos de pelo. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 4(1), 53–60.
- Fadel, R., Rosa, B., Pereira, I., & Souza, J. (2003). AVALIAÇÃO DE DIFERENTES PROPORÇÕES DE ÁGUA E DE URÉIA SOBRE A COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DA PALHA DE ARROZ. *Ciencia Animal Brasileira*, 4(2), 101–107.
- Fernández, C., Contreras, P., Carhuapoma, P., & Soldevilla, C. (2013). EFECTO DEL PREMARCHITAMIENTO Y DE DIFERENTES PROPORCIONES DE UREA SOBRE LA COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA DEL ENSILADO DE AVENA (AVENA SATIVA L.). *Revista Complutense de Ciencias Veterinarias*, 7(2), 24–35.
- Ferreira, D., Goncalves, L., Molina, R., Castro, G., & Tomich, R. (2007). Características de fermentação da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 59, 423–433.
- Fox, D. G., Tedeschi, L. O., Tylutki, T. P., Russell, J. B., Van Amburgh, M. E., Chase, L. E., ... Overton, T. R. (2004). The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Animal Feed Science and Technology*, 112(1–4), 29–78. <http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.10.006>
- Garcés, A., Berrio, L., Ruiz, S., Serna, G., & Builes, A. (2004). Ensilaje como fuente de alimentación para el ganado. *Revista Lasallista de Investigación*, 1(1), 66–71.
- Garfo, W., & Mello, P. (2009). Avaliação Da Qualidade Das Silagens De Girassol, Milho, Sorgo E Milheto Em Diferentes Espaçamentos. *Nucleus Animalium*, 1(1), 129–142. <http://doi.org/10.3738/1982.2278.183>

- Gaviria, X., Rivera, J., & Barahona, R. (2015). Calidad nutricional y fraccionamiento de carbohidratos y proteína en los componentes forrajeros de un sistema silvopastoril intensivo. *Pasto Y Forrajes*, 38(2), 194–201.
- Giraldo, L., Gutierrez, L., & Rúa, C. (2007). Comparción de dos técnicas in vitro e in situ para estimar la digestibilidad verdadera en varios forrajes tropicales. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20, 269–279. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n3/v20n3a05.pdf>
- Gobbi, F., Garcia, R., Fróes, A., Neto, G., Pereira, O. G., Salgado, F., & Cipriano, F. (2005). Composição Química e Digestibilidade In Vitro do Feno de *Brachiaria decumbens* Stapf . Chemical Composition and In Vitro Digestibility of *Brachiaria decumbens* Stapf . Hay Treated with Urea. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 34, 720–725.
- Granzin, B. C., & Dryden, G. M. (2003). Effects of alkalis , oxidants and urea on the nutritive value of rhodes grass ( *Chloris gayana* cv . Callide ). *Animal Feed Science and Technology*, 103, 113–122.
- Guada, J. (1996). características del sistema de cornell (cnsps) como modelo de valoración proteica y energetica para rumiantes. *FEDNA*.
- Hill, J., & Leaver, J. D. (2002). Changes in chemical composition and nutritive value of urea treated whole crop wheat during exposure to air. *Animal Feed Science and Technology*, 102, 181–195.
- Huntington, G. B., Harmon, D. L., Kristensen, N. B., Hanson, K. C., & Spears, J. W. (2006). Effects of a slow-release urea source on absorption of ammonia and endogenous production of urea by cattle. *Animal Feed Science and Technology*, 130, 225–241. <http://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.01.012>
- Licitra, G., Hernandez, T. M., & Van Soest, P. J. (1996). Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, 57(4), 347–358. [http://doi.org/10.1016/0377-8401\(95\)00837-3](http://doi.org/10.1016/0377-8401(95)00837-3)
- Lopes, J., & Evangelista, A. (2010). Características bromatológicas , fermentativas e população de leveduras de silagens de cana-de-açúcar acrescidas de ureia e aditivos absorventes de umidade Fermentative and bromatological characteristics and population of y. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 984–991.

- Martinez, E. ., Slnac, A. ., & Kucseva, C. . (2016). Resultados de la amonificación con urea sobre la degradabilidad ruminal de *Hemarthria altissima* y *Cynodon nlemfuensis* en bovinos. *Revista Veterinaria*, 27(2), 93–97.
- Martínez, R., Herrera, R., Tuero, R., & Padilla, C. (2009). Hierba elefante Variedades Cuba CT-115 , Cuba CT-169 Cuba CT-169 y Cuba OM-22 (*Pennisetum* sp). *Asociacion Cubana de Produccion Animal (ACPA)*, 22, 44–47.
- Mello, R., & Nörnberg, J. L. (2004). Fracionamento dos carboidratos e proteínas de silagens de milho, sorgo e girassol. *Ciência Rural, Santa Maria*, 34(5), 6.
- Mesa, G., Romero, M., Ramirez, B., Galvan, C., Calva, H., & Rodriguez, R. (2011). PROTEIN FRACTIONS AND In Vitro FERMENTATION OF PROTEIN FEEDS FOR RUMINANTS [FRACCIONES. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 14, 421–429.
- Moura, A., Mauro, E., Ferreira, D., & Gomes, O. (2007). Efeito de níveis de uréia sobre o valor nutricional do feno de capim-Tanzânia. *Ciencias Agrarias*, 28(2), 333–340.
- Moura, E., Gonzaga, D., Oliveira, C., Fulgêncio, P., Gruppioni, I., Souza, V., ... Ottoni, D. (2015). Aerobic deterioration of silages. *Revista Electronica Nutrtime*, 12(2), 3996–4003.
- National Research Council-NRC. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. (7th ed.). Revisada. Washington, D. C. USA.
- Oliveira, H., Neto, R., Neto, M., Carvalho, P., & Veloso, M. (2009). Perdas e valor nutritivo da silagem de capim-tanzânia amonizado com uréia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 58(222), 195–202.
- Oliviera, J., Nunes, R., Rodrigues, L., & Rocha, A. (2015). Efeito de aditivo em silagens de leguminosas forrageiras. *Ciencia et Praxis*, 8(15), 53–58.
- Oliviera, L., Pavan, J., Marino, C., & Mazza, H. (2015). Fractionation of dry matter losses of sugarcane silage treated with alkalis or urea. *Agrociencia*, 49, 411–422.
- Paiva, F., Garcia, R., Viera, A., Pereira, O., Pinto, G., & de Souza, C. (2009). Ensilagem de sorgo forrageiro com adição de ureia em dois períodos de armazenamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(11), 2111–2115.
- Pereira, A., & Gusmão, D. (2011). Composição bromatológica da casca de soja amonizada com uréia Bromatological composition of soybean hulls ammoniated with

- urea. *REVISTA DE BIOLOGIA E CIÊNCIAS DA TERRA*, 11(1), 38–46.
- Quiroz, M. (2009). Caracterización del valor nutritivo y estabilidad aeróbica de ensilados en forma de microsilos para maíz forrajero. *Universidad Cordoba*.
- Rezende, G., Andrade, R., Schocken, P., Vieira, A., Fernandes, T., & Camargo, R. (2009). Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos Losses evaluation of the sugar cane silage treated with chemical and microbial additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36(2003), 2000–2009.
- Ribeiro, L., Vieira, A., Pinto, G., Batista, A., Ferreira, A., Bonomo, P., & Ferreira, F. (2010). Composição química e perdas fermentativas de silagem de cana-de-açúcar tratada com ureia ou hidróxido de sódio Chemical composition and fermentative losses of the sugar cane silage treated with urea or sodium hydroxide. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 1911–1918.
- Rodriguez, L., Torres, V., Martinez, O., Noda, A., & Herrera, M. (2011). Modelos para estimar la dinámica de crecimiento de Pennisetum purpureum vc. Cuba CT-169. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 45(4), 349.
- Rodriguez, N., Araujo, O., Gonzalez, B., & Santos, R. (2002). EFECTO DE LA AMONIFICACIÓN CON UREA SOBRE EL PH Y LA PRESENCIA DE MICROORGANISMO EN HENO DE BRACHIARIA HUMIDICOLA ( RENDLE ) SCHWEICK. *Revista Científica*, XII, 572–574.
- Rodriguez, S., Lopez, M., Wingching, R., & Rojas, A. (2014). Adición De Melaza Deshidratada Y Urea En Ensilados De rastrojos de piña. *Agronomia Mesoamericana*, 25(2), 313–321.
- Särkijärvi, S., Sormunen, C., Heikkilä, T., Rinne, M., & Saastamoinen, M. (2012). Effect of grass species and cutting time on in vivo digestibility of silage by horses and sheep. *Livestock Science*, 144(3), 230–239. <http://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.11.019>
- Silva, dos S., Carvalho, T., Cavalcanti, N., Espíndola, A., Mesquita, S., Figueiredo, N., & Araújo, M. (2014). Characteristics and aerobic stability of sugarcane silages, treated with urea, NaOH and corn. *Pasto Y Forrajes*, 37(2), 241–247.
- Silva, G., Rocha, V., Pires, D., Antunes, A., Almeida, F., Oliveira, L., ... Souza, V. (2014). De Cana-De-Açúcar Com Aditivos. *Zootecnia Tropical*, 63, 172–241.

- Silveira, E. a, & Franco, R. (2006). Conservación de forrajes : primera parte ( Conservation of forages : first part ), VII.
- Soto, C., & Valencia, A. (2005). Efecto de la edad de corte y del nivel de fertilización nitrogenada sobre el valor energético y proteico del pasto kikuyo, 18(33).
- Souza, A., Silva, L., Zackm, E., Barbero, R., Ribeiro, E., Pegoraro, M., ... Mizubuti, I. (2012). Composição química e degradabilidade ruminal de silagens da cana-de-açúcar tratada com aditivos químicos e bacteriano1. *Semina:Ciencias Agrarias*, 33(SUPPL2), 3341–3352. <http://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33Supl2p3341>
- Tonissi, H., Goes, B., Sayuri, E., Oliveira, E., Silva, K., Patussi, R., & Dambros, C. (2013). Acta Scientiarum Chemical changes in sunflower silage associated with different additives. *Acta Scientiarum*, 35, 29–35. <http://doi.org/10.4025/actascianimsci.v35i1.14049>
- Trejo, R., Solis, C., & Vera, D. (2013). Producción de Tres Variedades de Pennisetum purpureum Fertilizadas con Dos Diferentes Fuentes Nitrogenadas en Yucatán, México. *Biociencias*, 52(986), 60–68.
- Valenciaga, D., Chongo, B., & Scull, I. (2002). Characterization of Pennisetum CUBA CT-115. Protein fractionation and nitrogen rumen degradability. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 36(3), 249–254. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-0036997287&partnerID=40&md5=5ddaa37a4485057373d2597646321eb4>
- Valenciaga, D., & Chongo, B. (2001). Caracterización del clon Pennisetum Cuba CT-115: composición química y degradabilidad ruminal de la materia seca. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35(4), 349–354.
- Van Soest, P., Robertson, J. B., & Lewis, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, 74(10), 3583–97. [http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78551-2](http://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2)
- Wattiaux, M. (1999). Introducción al Proceso de Ensilaje. *Instituto Babcock*, 502(502), 1–12.

 <b>Universidad del Tolima</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS</b>  <b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	Página 1 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Los suscritos:

DIEGO ALEJANDRO JARAMILLO OSPINA	con C.C N°	1110552046
_____	con C.C N°	_____
_____	con C.C N°	_____
_____	con C.C N°	_____
_____	con C.C N°	_____

Manifiesto (an) la voluntad de:

**Autorizar**

☒

**No Autorizar**

☐

**Motivo:**

\_\_\_\_\_


La consulta en físico y la virtualización de **mi OBRA**, con el fin de incluirlo en el repositorio institucional de la Universidad del Tolima. Esta autorización se hace sin ánimo de lucro, con fines académicos y no implica una cesión de derechos patrimoniales de autor.

Manifestamos que se trata de una OBRA original y como de la autoría de LA OBRA y en relación a la misma, declara que la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA, se encuentra, en todo caso, libre de todo tipo de responsabilidad, sea civil, administrativa o penal (incluido el reclamo por plagio).

Por su parte la UNIVERSIDAD DEL TOLIMA se compromete a imponer las medidas necesarias que garanticen la conservación y custodia de la obra tanto en espacios físico como virtual, ajustándose para dicho fin a las normas fijadas en el Reglamento de Propiedad Intelectual de la Universidad, en la Ley 23 de 1982 y demás normas concordantes.

La publicación de:

Trabajo de grado	<input checked="" type="checkbox"/>	Artículo	<input type="checkbox"/>	Proyecto de Investigación	<input type="checkbox"/>
Libro	<input type="checkbox"/>	Parte de libro	<input type="checkbox"/>	Documento de conferencia	<input type="checkbox"/>
Patente	<input type="checkbox"/>	Informe técnico	<input type="checkbox"/>		
Otro: (fotografía, mapa, radiografía, película, video, entre otros)					<input type="checkbox"/>

 <b>Universidad del Tolima</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS</b>  <b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	Página 2 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Producto de la actividad académica/científica/cultural en la Universidad del Tolima, para que con fines académicos e investigativos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad del Tolima. Con todo, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la Ley 23 de 1982. En concordancia suscribo este documento en el momento mismo que hago entrega del trabajo final a la Biblioteca Rafael Parga Cortes de la Universidad del Tolima.

De conformidad con lo establecido en la Ley 23 de 1982 en los artículos 30 “**...Derechos Morales. El autor tendrá sobre su obra un derecho perpetuo, inalienable e irrenunciable**” y 37 “**...Es lícita la reproducción por cualquier medio, de una obra literaria o científica, ordenada u obtenida por el interesado en un solo ejemplar para su uso privado y sin fines de lucro**”. El artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, “**los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores**” y en su artículo 61 de la Constitución Política de Colombia.

- Identificación del documento:

Título completo: **NIVELES DE UREA EN ENSILAJES DE PASTO *PENNISETUM CUBA OM 22*: COMPOSICIÓN BROMATOLÓGICA, PH, TEMPERATURA, CINÉTICA DE DEGRADACIÓN RUMINAL Y DIGESTIBILIDAD IN VITRO**

- Trabajo de grado presentado para optar al título de:

MEDICO VETERINARIO Y ZOOTECNISTA

- Proyecto de Investigación correspondiente al Programa (No diligenciar si es opción de grado “Trabajo de Grado”):

---

- Informe Técnico correspondiente al Programa (No diligenciar si es opción de grado “Trabajo de Grado”):

---

- Artículo publicado en revista:


---

- Capítulo publicado en libro:

---

- Conferencia a la que se presentó:

---

 <b>Universidad del Tolima</b>	<b>PROCEDIMIENTO DE FORMACIÓN DE USUARIOS</b>  <b>AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	Página 3 de 3
		Código: GB-P04-F03
		Versión: 03
		Fecha Aprobación: 15 de Febrero de 2017

Quienes a continuación autentican con su firma la autorización para la digitalización e inclusión en el repositorio digital de la Universidad del Tolima, el:

Día: 22 Mes: 02 Año: 2018

Autores:

Firma

Nombre: DIEGO ALEJANDRO JARAMILLO



C.C. 1110552046

Nombre: \_\_\_\_\_

C.C. \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

C.C. \_\_\_\_\_

Nombre: \_\_\_\_\_

C.C. \_\_\_\_\_

El autor y/o autores certifican que conocen las derivadas jurídicas que se generan en aplicación de los principios del derecho de autor.